

# **ИССЛЕДОВАНИЕ ГАРМОНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ ГРУЗА ПРУЖИННОГО МАЯТНИКА ПРИ ПОМОЩИ ПАКЕТА ПРОГРАММ LABVIEW**

## **STUDY OF A SPRING PENDULUM SINKER HARMONIC OSCILLATIONS IN LABVIEW SOFTWARE PACKAGE**

Ю.Г. Карпов, Н.Б. Пушкарева, А.Н. Филанович

Yu.G. Karpov, N.B. Pushkareva, A.N. Filanovich

*nbpush@mail.ru*

*ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н.Ельцина»*

*г. Екатеринбург*

*В данной статье приведено описание демонстрационной установки «Пружинный маятник», совмещенной с ПК. Колебания груза на пружине при помощи датчика расстояния и блока АЦП визуализируются на экране компьютера. Осциллограммы, выводимые на экране монитора, позволяют сделать сравнительный анализ положения максимумов и минимумов гармонических колебаний смещения, скорости и ускорения колеблющегося груза, а также амплитуд указанных зависимостей. Также можно проследить зависимость частоты собственных колебаний от массы груза и жесткости пружины.*

*This paper describes demonstration installation “Spring pendulum” combined with the PC. Sinker oscillations on the spring with the help of distance sensor and ADC block are visualized on a computer screen. The oscillograms are displayed on the screen that makes it possible to do a comparative analysis of the harmonic displacement oscillations maxima and minima positions, velocity and acceleration of the oscillating sinker, as well as the amplitudes of these mentioned dependencies. The natural frequency dependence on the sinker weight and the stiffness of the spring is also can be observed.*

Преподавание физики в вузе при современном развитии техники уже не может ограничиваться только изложением теоретических выкладок и экспериментально обнаруженных фактов. В век компьютеров и нанотехнологий студентов довольно трудно удивить простыми физическими демонстрациями. Однако уже существующие физические опыты, так или иначе сопряженные с компьютером, всегда пользуются особой популярностью у студентов.

На наш взгляд, для визуализации многих физических процессов очень подходит программный пакет LabVIEW. LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench – Средства разработки лабораторных виртуальных приборов) представляет собой среду графического программирования, которая широко используется в промышленности, а также применяется в самых разнообразных сферах человеческой деятельности, в том числе и в образовании. В настоящее время данный пакет программ установлен в лекционных аудиториях, а его использование постепенно внедряется в учебный лекционный процесс.

Одной из важных тем в курсе физики базового уровня является тема «гармонические колебания», на которую, согласно базовому курсу, отведены лишь одна лекция и одно практическое занятие. Этот раздел традиционно оснащен хотя бы минимальным демонстрационным экспериментом.

Как правило, лекция о гармонических колебаний начинается с введения понятий «смещение», «скорость колебаний» и «ускорение колебаний». На доске при этом записываются соответствующие математические уравнения.

Так, если предположить, что смещение точки  $x(t)$  изменяется по закону косинуса, то уравнение для  $x(t)$  будет выглядеть так:

$$x(t) = x_m \cos(\omega_0 t). \quad (1)$$

Тогда скорость колеблющегося тела  $v(t)$  и его ускорение  $a(t)$  будут меняться по следующим законам:

$$v(t) = x'(t) = -x_m \omega_0 \sin(\omega_0 t), \quad (2)$$

$$a(t) = v'(t) = x''(t) = -x_m \omega_0^2 \cos(\omega_0 t). \quad (3)$$

Далее преподавателю необходимо на доске изобразить графики полученных уравнений (1)–(3), причем это надо сделать в пределах периода. Также желательно графики расположить друг под другом, чтобы сравнить положение максимумов и минимумов этих физических величин в один и тот же момент времени.

Иногда графики рисуются на доске, что занимает много лекционного времени, или показываются в виде готовой презентации, за слайдом которой теряется «физика» живого колебательного процесса. Иногда попросту задают студентам самостоятельно нарисовать графики в качестве домашнего задания.

Все эти методические «недоработки» удобно решить при помощи лекционного эксперимента, состоящего из реальной натурной установки, совмещенной с ПК использованием среды LabVIEW.

Для этого необходимы ноутбук с установленной программой «Пружинный маятник», датчик расстояния, работающий по принципу эхолотатора, блок

преобразования аналогового сигнала, поступающего с датчика расстояния в цифровой формат (АЦП), и установка «Пружинный маятник». Пружинный маятник представляет собой штатив с горизонтальным плечом, расположенным на высоте 70–80 см, на который подвешивается пружина с платформой для грузов.

Датчик расстояния соединяют с блоком АЦП, а сам блок – с USB-входом ноутбука. После включения ноутбука и загрузки операционной системы лектор запускает программу «Пружинный маятник». Под установкой с пружинным маятником помещают датчик расстояния на высоте 40–50 см таким образом, чтобы активная часть датчика (круг, затянутый сеткой) находилась под колеблющимся грузом (см. рис. 1).

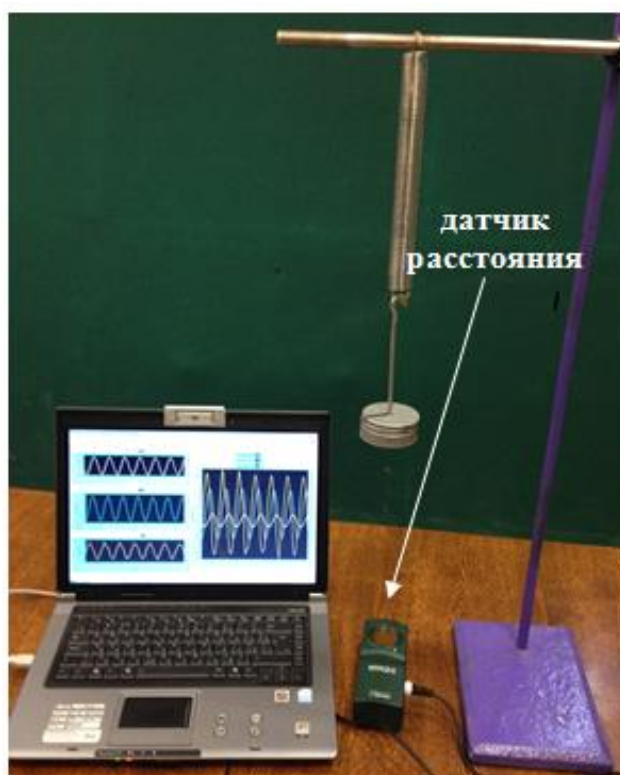


Рис. 1. Экспериментальная установка «Пружинный маятник»

Если возбудить колебания маятника, опустив груз на 3–5 см, то на экране монитора установится система синусоидальных зависимостей от времени смещения, скорости и ускорения груза. Для удобства наблюдения зависимости показаны разными цветами. Кроме того, нажатием кнопки «СТОП» в интерфейсе программы можно сделать стоп-кадр осциллограммы на экране монитора, что позволяет сделать сравнительный анализ положения максимумов и минимумов, а также амплитуд указанных зависимостей. Для большой лекционной аудитории картинка с монитора ноутбука дублируется при помощи проектора на большой экран (рис. 2).

Так, если обозначить в уравнениях (2) и (3) амплитуду колебаний скорости как  $v_m = x_m \omega_0$ , а амплитуду колебаний ускорения как  $a_m = x_m \omega_0^2$ , то на экране компьютера хорошо видно, что амплитуда скорости больше, чем амплитуда смещения, в  $\omega_0$  раз, а амплитуда ускорения – в  $\omega_0^2$ .

Можно также проследить, как меняется частота собственных колебаний  $\omega_0$  пружинного маятника в зависимости от жесткости пружины  $k$  и массы груза  $m$ . Действительно, если поменять пружины, взяв, к примеру, пружину большей жесткости  $k$ , то, согласно формуле  $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$ , частота должна возрасти, а с увеличением массы  $m$  – уменьшиться. И в том, и в другом случае на экране монитора хорошо видно соответствующее изменение частоты колебаний.

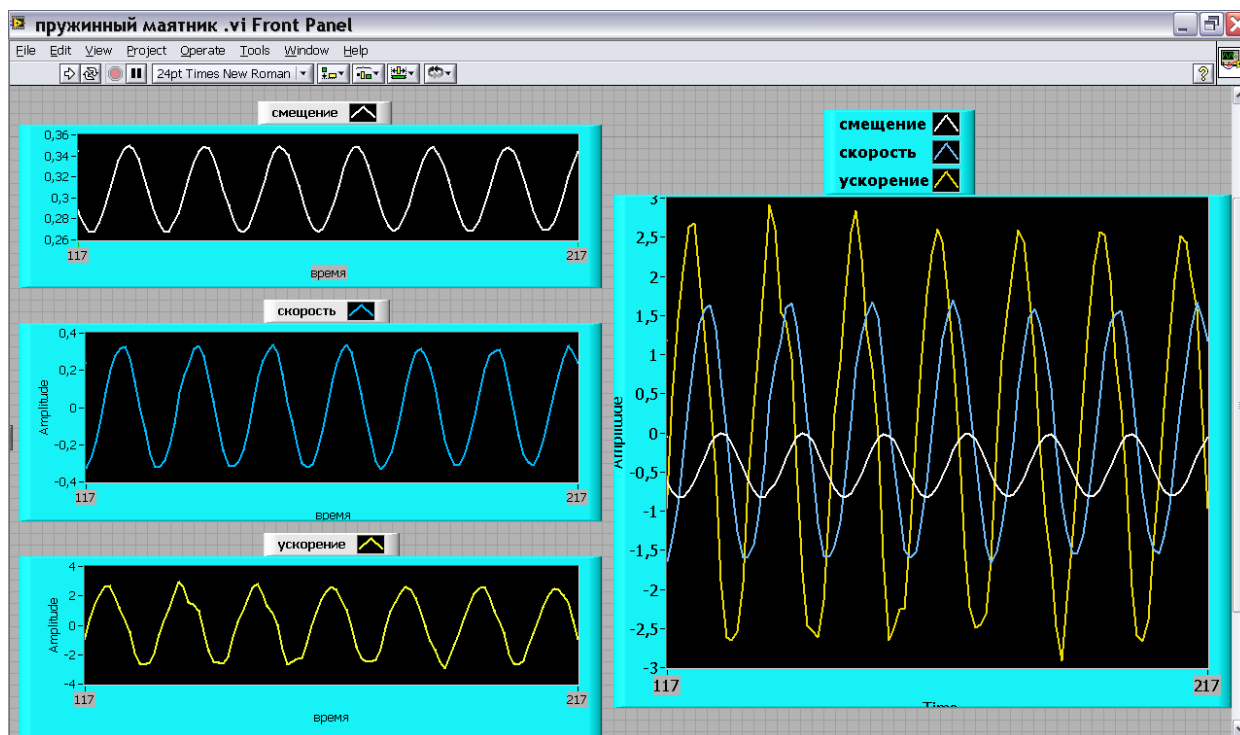


Рис. 2. Осциллограммы смещения, скорости и ускорения груза

В заключение отметим, что в рамках лекционного курса физики при показе физического эксперимента наиболее целесообразно сочетание реальной установки с компьютерной моделью. Компьютерное моделирование эксперимента повышает у студентов мотивацию к обучению и созданию моделей, позволяющих рассматривать физические процессы «изнутри», используя красивую графику, новейшее программное обеспечение и даже современные гаджеты. Такое объединение «реального» и «виртуального» позволит студенту лучше изучить тот или иной физический процесс, а значит, глубже осмыслить изучаемые процессы и явления. Все это, несомненно, должно повысить качество физического образования, предлагаемого в нашем университете.